E/CONF.39/A/83
9 Oct. 1962
ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : A.3.3 Hongrie

RECHERCHES D'EAU ET APPROVISIONNEMENT EN EAU

Par Dr. László ALFÖLDI,
Institut Géologique de l'Etat Hongrois,

György ILLES,
Direction Nationale des Eaux,

Dr. Hubert KESSLER,
Institut de Recherches Hydrauliques,
Budapest, Hongrie,

Zsurtman CSOGDON,
Ingénieur en hydrotechnique,
Ulan-Bator, Mongolie,

et Goncsinginj HANDAJ,
Ingénieur en géophysique,
Ulan-Bator, Mongolie

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

RECHERCHES D'EAU ET APPROVISIONNEMENT EN EAU

par dr. László ALFÖLDI, Institut Géologique de l'État Hongrois
György ILLÉS, Direction Nationale des Eaux
dr. Hubert KESSLER, Institut de Recherches Hydrauliques
Budapest, Hongrie
Zsurtman CSOGDON, ingénieur en hydrotechnique /Ulan-Bator/
Mongolie
GONCSINGINJ HANDAJ, ingénieur en géophysique /Ulan-Bator/
Mongolie

L'approvisionnement en eau adéquate est la condition du niveau culturel et hygiénique des agglomérations et du développement de l'industrie et de l'agriculture. A côté des facteurs géographiques, politico-economiques et techniques il faut assurer la satisfaction des besoins en eau dès la toute première phase de développement. L'absence d'eau peut d'avance compromettre la construction de certains établissements industriels. Il est utile d'établir pour au moins un demi-siècle d'avance les projets d'approvisionnement en eau des agglomérations croissant rapidement, et le rythme de leur développement doit être examiné en tenant compte, parmi d'autres facteurs, également des possibilités d'approvisionnement en eau. La question est de grande importance surtout dans les pays peu développés, où l'urbanisation, l'aménagement de centres industriels et culturels constituent la tâche du présent et de l'avenir et où le développement de l'agriculture est aussi d'une brûlante actualité. Du fait de l'état arriéré des recherches d'eau, les projets d'approvisionnement en eau s'appuient généralement bien davantage sur les projets de recherches que sur des faits. Le retard dans les recherches d'eau cause dès lors inévitablement certaines dépenses supplémentaires et freine effectivement le développement.

Que le besoin en eau se présente de façon concrète localement ou régionalement, il est nécessaire, en vue de pouvoir déterminer la solution la plus économique, d'élucider en tout premier lieu les ressources d'eau complètes et les donditions du bilan hydrologique du territoire.

Sur la base d'études hydrographiques et hydrogéologiques adéquates, le besoin en peut être couvert tant avec les eaux de surface qu'avec les eaux souterraines; il est donc utile de prendre en considération, en dréssant le programme de l'approvisionnement en eau, toutes les possibilités présentes.

Les principales méthodes de recherches des couches aquifères phréatiques et profondes servant les buts de l'approvisionnement en eau

Ceci impose en même temps comme une loi l'élaboration de projets et l'exécution parallèle ou complexe des recherches. Il faut dresser l'inventaire des ressources d'eau exploitable des cours d'eau, eaux mortes et celui des eaux souterraines, élucider les conditions hydrogéologiques des nappes phréatiques, des eaux de crevasses et des eaux profondes sous pression. L'exploitation et le percement de réservoirs d'eaux souterraines peut créer des possibilités d'un développement rapide dans des régions où l'on n'y pouvait même pas penser avant. Dans les régions tout particulièrement pauvres en eau il est également à recommander de prendre en considération la mise en valeur des précipitations. Les modalités de la solution de l'approvisionnement en eau peuvent être déterminées en fonction des résultats des recherches.

1./ Recherches de sources et de nappes souterraines.

a./ Examen de sources.

Quoique les sources appartiennent du fait de leur forme d'apparence aux eaux de surface, les recherches précédant leur utilisation aux fins de l'approvisionnement en eau doivent quand même viser la mise en lumière des caractéristiques des cours d'eau souterrains et des phénomènes se produisant sur leur parcours.

L'examen systématique des sources doit s'étendre aux points de vue suivants.

Jaugeage des débits des sources.

Il importe d'effectuer les jaugeages à des saisons différentes, à des conditions de précipitations différentes, car ce n'est qu'en appréciant que nous pouvons conclure au caractère du régime des eaux et - en les combinant avec les résultats d'autres recherches - aux cours d'eau souterrains et dans une certaine mesure aux bassins versants aussi. La fréquence des jaugeages dépend du caractère du cours d'eau. Il y a des sources au régime des débits uniforme qu'il suffit de jauger trimestriellement mais il y en a qu'il faut jauger tous les jours. Du fait des différences entre les modes de jaillissement il n'est pas toujours possible d'employer les méthodes de jaugeage classiques, mais il faut recourir à des méthodes modernes, conçues souvent spécialement pour un cas donné. Parmi celles-ci, citons le déversoir dit linéaire /à profil hyperbolique/ dont le grand avantage par rapport aux autres est que la hauteur de déversement est en relation linéaire avec le débit. L'inexactitude de la lecture du niveau d'eau ne cause donc guère d'erreur considérable et l'on peut, sans engrenage spécial, raccorder le déversoir avec un instrument enregistreur ou avec un dispositif de transmission à distance.

C'est sur la base des résultats des jaugeages que l'on peut déterminer le coefficient hydrologique le plus important de la source:

$$I_Q = \frac{Q_{max}}{Q_{min}}$$

soit le rapport exprimant la variation du débit.

Détermination de la qualité de l'eau de la source.

La détermination de la composition chimique de l'eau de source avec les méthodes traditionnelles se heurte, surtout dans les zones chaudes et torrides, à de grandes difficultés et peut facilement aboutir à des résultats erronés.

D'après les expériences les plus récentes il n'est pas nécessaire d'effectuer souvent des analyses chimiques complètes, il suffit de suivre avec attention la stabilité de la concentration des ions de l'eau de la source. Cette concentration peut s'exprimer exactement en chiffre avec la mesure de la résistance électrique de l'eau. Au fond, le but de ces mesures est de nous rendre compte, sur la base de mesures en série, de la stabilité chimique de la source. Le rapport de variation de la concentration des ions est:

$$I_R = \frac{R_{max}}{R_{min}}$$

Évidemment la mesure avec exactitude au 1/10ème de mm de la température de l'eau de source fait partie de son examen qualitatif systématique. De ces données nous pouvons déduire le rapport de la variation de température:

$$I_t = \frac{t_{max}}{t_{min}}$$

dont on peut tirer des conclusions importantes.

Le classement des sources suivant leur sûreté.

En possession de données de mesures de plusieurs années nous sommes à même de classer les sources suivant leur sûreté. C'est à dire, suivant la possibilité de les utiliser pour l'approvisionnement en eau. Cette qualification est effectuée sur la base des variations du débit, de la concentration des ions et de la température. La source est d'autant plus sûre, d'autant mieux équilibrée que les rapports des variations sont plus petits. En Hongrie l'on donne aux sources un indice de sûreté, dont la relation avec les rapports des variations est résumée dans le tableau suivant:

Débit	Température	Résistance électrique	Indice de sûreté
Rapports des variations			
Q_{max}/Q_{min}	t_{max}/t_{min}	R_{max}/R_{min}	Q t R
1,0 - 3,0	1,00 - 1,15	1,00 - 1,05	6 excellent
3,1 - 5,0	1,16 - 1,25	1,06 - 1,10	5 très bon
5,1 -10,0	1,26 - 1,35	1,11 - 1,15	4 bon
10,1-20,0	1,36 - 1,45	1,16 - 1,25	3 médiocre
20,1-100	1,46 - 1,55	1,26 - 1,35	2 mauvais
100	1,55	1,36	1 très mauvais

L'examen des cours d'eau souterrains du bassin versant fait partie de la parfaite reconnaissance des sources. En effet, si pour le profil transversal moyen du caniveau d'alimentation de la source le rapport de la superficie du profil au périmètre mouillé /rayon hydraulique/ est grand - p.ex. dans le karst de calcaire - la vitesse de l'eau est relativement plus grande, la possibilité de l'emmagasinement dans le karst est plus réduite que pour des sources où ce rapport est plus petit - p.ex. dans les karst dolomitiques - et partant, la possibilité d'emmagasinement meilleure, les sources traversant mieux les périodes pauvres en précipitation et sont mieux équilibrées. Nous pouvons conclure des résultats des mesures à ces particularités des caniveaux des sources lorsqu'il n'est pas possible de les reconnaître directement. Si p.ex.le débit d'eau et la concentration des ions ne varient pas considérablement avec les précipitations, l'on peut en conclure à des roches, à structure de diaclases, contrairement aux sources dont les rapports de variations sont grands ce qui est particulier aux caniveaux de sources à structure caverneuse. Nous pouvons encore nous convaincre de celle-ci en appréciant la quantité d'oxygène dissous dans l'eau. L'on peut enfin conclure à des sédiments dolomitiques - donc avantageux du point de vue de la science des sources - non reconnaissables à la surface du rapport Ca/Mg de l'eau de source aussi.

Nous pouvons conclure avec une exactitude suffisante au point de vue de la pratique à l'étendue du bassin versant, si les résultats de jaugeages d'au moins une année sont à notre disposition. De ceux-ci et du pourcentage d'infiltration - sur lequel nous reviendrons encore - déterminé avec le procédé le plus moderne nous pouvons calculer la superficie du bassin versant des sources karstiques. Dans l'examen des relations entre gouffres et sources, l'emploi du sel comme traceur occupe de plus en plus le premier plan.

L'utilisation du sel, l'arrivée du "nuage salin" étant enregistrée automatiquement, ne procure pas seulement une réponse au fait matériel de la relation et de la vitesse des cours d'eau souterrains mais du déplacement de certaines parties du"nuage salin", de l'appréciation des modifications de concentrations salines, nous pouvons conclure également à la forme et aux dimensions et les vitesses constatées lors des différents débits sont particulièrement d'une grande utilité car elles permettent de déterminer si les cours d'eau souterrains sont sous pression ou en grande partie des nappes libres.

b./ <u>Questions particulières en rapport avec les eaux karstiques, examen de bilans hydrologiques.</u>

Que ce soit de manière naturelle /sources/ ou artificielle /forages et puits/ que nous utilisons les eaux karstiques, la condition fondamentale est de connaître le bilan hydrologique souterrain.

Le facteur jusqu'ici le plus discuté du calcul de la reconstitution des réserves d'eau est le pourcentage d'infiltration au sujet duquel les recherches les plus récentes ont constaté qu'il n'est pas constant, même sur le même terrain, mais est fonction de la répartition des précipitations au cours de l'année et peut varier entre 7 et 70 %. Il est important du point de vue du pourcentage d'infiltration annuel, dans quelle saison les précipitations tombent, si c'est dans une saison sans végétation ou lorsque celle-ci intercepte l'eau pour ses propres fonctions vitales et l'empêche par évapotranspiration directe de s'infiltrer dans les couches plus profondes.

Nous appelons le rapport entre la quantité des précipitations des 4 premiers mois de l'année et la somme des précipitations annuelles - exprimé en pourcentage - module du pourcentage des précipitations /μ/ que nous corrigeons avec une constante dépendant des conditions des précipitations de la fin de l'année précédente. Le pourcentage d'infiltration est

$$B = f\,/\mu/$$

La relation peut se lire sur la courbe de la fig.1 élaborée sur la base d'observations de 25 ans. La relation représentée est valable pour les conditions de l'Europe Centrale, pour des montagnes moyennes entre 500 et 1000 m d'altitude, mais on peut avec les principes appliqués en les construisant déterminer des courbes analogues pour n'importe quelles conditions.

La fig. 2 indique, également sur la base des données d'une période de 25 ans, les moyennes des pourcentages d'infiltration de chaque mois. L'infiltration surprenante de 100 % au mois de mars reflète l'effet des précipitations sous forme de neige accumulées dans les mois précédents.

Connaissant les conditions des précipitations, le pourcentage d'infiltration et l'étendue du bassin versant karstique nous pouvons calculer la reconstitution des réserves d'eau dans chaque année ou en moyenne annuelle, pouvant servir de base et pouvons établir le bilan hydrologique.

c./ D'autres captages d'eau de faible profondeur.

La situation et la structure granulométrique des couches aquifères à faible profondeur sous la surface du sol peut se déterminer par des forages de reconnaissance, mais en outre il faut procéder à des examens du bilan hydrologique aux fins de déterminer la mesure et la direction de la reconstitution des réserves d'eau. D'après les recherches les plus récentes, l'on peut prélever d'importantes quantités d'eau même de nappes sans reconstitution à provenance éloignée, s'alimentant uniquement des précipitations locales, si l'on diminue en rabattant de façon permanente la nappe aquifère, les pertes d'évaporation se produisant dans les couches supérieures du sol.

Avant de projeter un captage d'eaux de quelque importance à faible profondeur, généralement dans des couches pléistocènes ou du tertiaire supérieur, il faut élucider les conditions hydrogéologiques avec de nombreux forages. De nos jours les forages peuvent déjà être remplacés par des procédés géo-électriques. Parmi ceux-ci celui à quatre électrodes convient le mieux au but proposé.

Le captage de l'eau peut se faire avec des puits maçonnés, des puits forés, des galeries ou avec des puits à drains rayonnants horizontaux qui donnent depuis tout récemment des résultats excellents et furent développés à un niveau très élevé en Hongrie.

Dans les captages à faible profondeur il faut prêter spécialement attention aux couches de couverture imperméable protégeant la couche aquifère contre la pollution provenant de la surface. Il faut noter sous ce rapport que les valeurs de résistance obtenues avec les procédés géo-électriques pour les couches d'argile et pour les couches aquifères sont parfois fort rapprochées, leur juste appréciation ne peut donc se faire de façon à donner l'apaisement que sur la base d'une longue expérience. De même, l'élaboration du résultat d'un pompage d'essai exécuté sur un terrain de captage ne peut se faire qu'en possession de l'expérience voulue, car on doit pouvoir distinguer entre la quantité d'eau provenant du cône de dépression créée autour du puits et celle se reconstituant de façon continue pour prévenir ainsi qu'une impression trop favorable ne se produise.

2. Recherches des eaux des profondeurs.

a./ Etudes générales d'hydrogéologie.

Loin des possibilités de s'approvisionner en eaux de surface les besoins peuvent être couverts le plus économiquement en perçant les couches aquifères profondes. La qualité, la quantité et la température des nappes proches de la surface

ou nappes puréatiques varient beaucoup sous l'effet des caractéristiques climatiques saisonnières. Par contre, les puits établis dans les couches aquifères profondes fournissent de façon continue de l'eau à débit constant, et de qualité et température inchangées. Le débit, la qualité et la température de leur eau sont tout à fait indépendants des caractéristiques climatiques saisonnières.

Nous pouvons donc considérer comme eaux des profondeurs celles des couches aquifères sous pression, les eaux des crèvasses sous pression, et toute ressource d'eau répondant aux susdites conditions. Suivant l'expérience, l'effet des caractéristiques climatiques moyennes annuelles se fait sentir sur les eaux souterraines jusqu'à une profondeur maximale de 300 mètres. Dans des conditions normales p.ex. la température de l'eau montre une allure correspondant à la moyenne d'une série d'années et la reconstitution est exclusivement originaire des précipitations. Plus la roche contenant l'eau est profonde, d'autant plus s'éliminent les effets de température de la surface et dans la reconstitution les eaux fossiles décomprimées de la roche et les eaux juvéniles arrivant du fait de la migration à tendance verticale jouent un rôle toujours plus grand, jusqu'à faire prévaloir entièrement les effets de température et de reconstitution des profondeurs. Toutes les caractéristiques des eaux des profondeurs varient en fonction de celles-ci. L'expérience prouve que les couches aquifères fournissent à une certaine profondeur de l'eau minérale chaude ou bouillante. De ce fait, celles-ci peuvent satisfaire des exigences spéciales /bains, bains thermaux, eau chaude, eau de chauffage, etc./.

En examinant le bilan hydrologique de bassins sédimentaires étendus il faut prendre en considération que leur alimentation se fasse au droit de l'affleurement de la couche, ou latéralement à travers la roche de base, la compression due à la charge des couches augmentant vers la profondeur et causant une tendance à la diminution du volume des vides des roches poreuses. Suivant l'expérience la porosité des roches diminue avec la profondeur. L'eau remplissant les vides de la roche reprend en grande partie la charge, ce qui provoque une migration, en fin de compte à tendance verticale, s'étendant sur toute la superficie de la couche aquifère. L'intensité de la migration varie suivant les caractéristiques de la couche de couverture et elle est la plus forte le long des lignes des failles. La migration traverse les couches d'argile aussi. Sous l'effet de la charge des couches, toute les sortes de roches non consolidéesse compriment, ce qui se manifeste dans la diminution du volume des vides. La migration à tendance verticale fait diminuer non seulement les ressources d'eau statiques des couches aquifères, mais également celle des couches ne pouvant être considérées comme fournissant de l'eau.

Ce qui précède n'a évidemment de l'importance que pour des bassins artésiens de grande étendue et à grandes profondeurs, dans les bassins sédimentaires moindres le phénomène

se déroule avec un rendement réduit. Le faciès des sédiments remplissant le bassin n'est pas non plus indifférent. Dans les bassins sédimentaires d'origine continentale la variation rapide des faciès cause beaucoup de difficultés, pendant que la formation plus régulière et constante des faciès de roches marines procure des facilités. Le choix des emplacements des forages de prospection de l'eau varie donc en fonction du faciès. La méthode de recherche est toutefois la même dans les grandes lignes.

Les ressources d'eau dynamiques de bassins artésiens de grandes étendue et épaisseur peuvent être considérables même si le bassin versant est désertique et l'on ne peut pas compter sur la reconstitution de provenance directe de la surface. La reconstitution par migration dirige l'attention sur les structures aquifères. Dans les formations aquifères poreuses d'étendue relativement petite la migration ne peut pas jouer un rôle important car la surface d'alimentation dans la profondeur est réduite. Dans ce cas - à moins qu'il y ait alimentation latérale - la couche est pratiquement stérile. Dans la série des sédiments de bassins continentaux la reconstitution par migration est généralement sans importance.

b./ Méthodes géophysiques dans les recherches d'eau des profondeurs.

Dans la recherche des eaux des profondeurs, le caractère, l'épaisseur de l'ensemble sédimentaire, la profondeur et le type de la roche de base, enfin l'emplacement et le type des formations aquifères sont décisifs. Alors que l'étendue du bassin, la superficie du bassin versant et le caractère géologique des alentours peuvent être déterminés avec des méthodes directes, nous ne pouvons répondre à la dernière question que par des conclusions, avec un grand pourcentage d'erreurs. Sur un territoire inconnu, les mesures géophysiques sont indispensables. Dans une région où des cartes synoptiques de mesures de la gravitation et du magnétisme sont disponibles nous pouvons déjà en avoir quelque vue d'ensemble. Pour des bassins d'une étendue de plusieurs milliers de km^2 il est à recommander d'exécuter, dans le cadre de la prospection complexe des matières premières, les mesures de la gravitation. De celles-ci nous pouvons conclure à la formation du territoire, à la répartition de la matière et aux conditions de la structure. La figure de la gravitation elle-même fait ressortir, en cas de conditions de formation régulière, le caractère des conditions en profondeurs couvertes de sédiments. Les données peuvent être chargées d'effets régionaux, mais peuvent convenir à une première orientation dans les grandes lignes.

Au sujet de la formation sédimentaire, les données de la méthode des courants telluriques renseignent davantage que les mesures de la gravitation. A l'instar de ces dernières elles signalent un effet d'ensemble, mais à l'encontre de celles-ci l'effet de la roche de base ne s'y présente pas, la répartition de la densité des courants telluriques ne dépend pratiquement que de la formation sédimentaire. A l'aide des méthodes de mesure de la gravitation et des courants telluriques

l'on obtient une orientation dans les grandes lignes au sujet de la formation, des conditions de profondeurs et de la structure d'un bassin sédimentaire donné. Sur la base des mesures hydrologiques et géologiques l'on peut classifier les diverses parties du territoire prospecté et désigner les régions venant en ligne de compte en premier lieu. Afin de réduire au minimum le nombre des forages stériles, il est utile de collectionner, avant de fixer les points de forages, encore d'autres renseignements au sujet de la répartition qualitative et la situation en profondeur de la formation sédimentaire dans la région choisie.

Les mesures de résistance effectuées à la surface fournissent une bonne orientation sur la qualité des roches et de la situation des diverses couches. La teneur en électrolytes des couches, la qualité de ces derniers sont autant de caractéristiques importantes des couches sédimentaires. La porosité, la dimension des grains, la qualité pétrographique influencent sous beaucoup d'aspects non seulement quantitativement, mais aussi qualitativement la teneur en électrolytes. La résistance spécifique des couches est fonction de la teneur en électrolytes, donc dans la plupart des cas de la teneur en eau et la concentration des ions.

En y introduisant un courant d'alimentation la résistance spécifique des couches peut très bien être mesurée avec un circuit spécial. Ceci permet d'ailleurs non seulement de séparer les couches, mais aussi de déterminer leur profondeur. Avec la profondeur, l'épaisseur de couche pouvant encore être séparée augmente également. Les groupes de couches à caractéristiques diverses peuvent cependant très bien être déterminés et nous pouvons par ailleurs conclure à la teneur en eau moyenne et à la qualité de l'eau du groupe de couches. Le cicuit de courant électrique nécessaire aux mesures peut être assuré par de simples piles sèches, car pour une tension de 100-500 Volts l'intensité exigée du courant est 20-200 milliampères, les dispositifs de mesure sont relativement faciles à manier et à transporter. Les profils en profondeur peuvent être établis à bon compte et rapidement. La meilleure profondeur de son application est au maximum 3-400 mètres. En vue de l'implantation des coûteux forages de recherche d'eau, l'établissement de profils en profondeur est fort avantageux. D'une manière générale on peut fixer le principe qu'en implantant des forages il faut utiliser toutes les données géophysiques, dans quelque but que les mesures aient été exécutées, car toute anomalie géophysique couvre quelque anomalie géologique. Cela signifie en même temps que, tenant compte de l'économie, les forages doivent être précédés d'examens géologiques et géophysiques. Pour l'implantation des forages de plus de mille mètres, les mesures séismiques plus couteuses, mais réflétant la formation détaillée du territoire, peuvent entrer en ligne de compte.

Les dépenses consacrées dans la première phase des recherches d'eau aux examens hydrogéologiques et géophysiques

sont compensées largement par la réduction au minimum, dans la seconde période, du nombre des forages stériles et par les avantages techniques résultant de la prévision de la profondeur du forage, de la stratification et des niveaux fournissant de l'eau.

Si les recherches d'eau aboutissent à des résultats satisfaisants, nous disposons après leur achèvement d'une eau de quantité et de composition chimique déterminées. Le captage de l'eau, son éventuel traitement /épuration/, aménagement d'installations de pompage et de réseaux de distribution, construction de bassins réservoirs constituent la phase suivante de la solution de l'approvisionnement en eau.

Littérature

Burdon D.J. Methodes of Investigating the Ground-Water Resources of the Parnassos-Ghiona Limestone, Athens, 1962

Kessler H. Estimation of subsurface Water Resources in Karstic regions. Association Internationale d'Hydrologie Scientifique. Gentbrugge, 1958

Übell K. Les méthodes de détermination de la capacité des couches aquifères. Revue d'hydraulique. Budapest, 1954. -2

dr.L.Alföldy Questions hydrogéologiques des territoires désertiques de la République populaire Mongole. Bulletin de la Société Hydrologique de Hongrie. Budapest, 1962. -3.

G. Illés Captage des eaux karstiques. Revue d'hydraulique. 1953-II. Budapest.

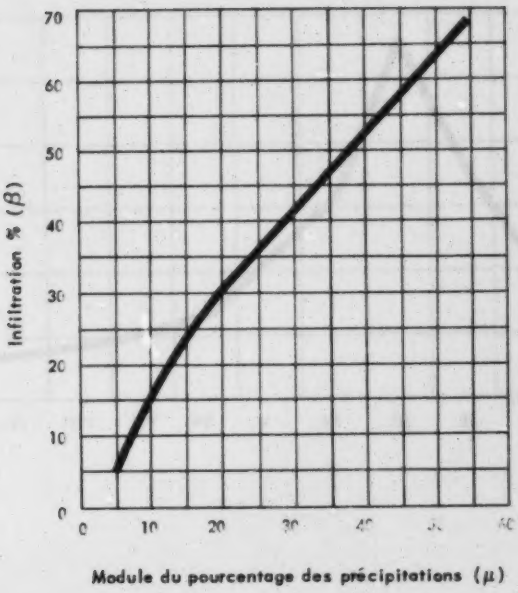
70
60
50
40
30
20
10
0
Infiltration % (β)
0
10
20
Module du pourcentage des précipitations (μ)

Figure 1.

Figure 2.

602 F - Oct. 1962 - 1,000